

⑤

Int. Cl. 3:

A 61 K 35/14

C 07 G 7/00

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑩

## Offenlegungsschrift

29 16 711

⑪

Aktenzeichen:

P 29 16 711.1

⑫

Anmeldetag:

25. 4. 79

⑬

Offenlegungstag:

8. 11. 80

⑭

Unionspriorität:

⑮ ⑯ ⑰

—

⑯

Bezeichnung:

Blutgerinnungsfaktoren und Verfahren zu ihrer Herstellung

—

⑯

Anmelder:

Behringwerke AG, 3550 Marburg

⑯

Erfinder:

Schwinn, Horst, Dr.; Heimburger, Norbert, Dr.; 3550 Marburg;  
Kumpe, Gerhard, 3552 Wetter; Herchenhan, Bernd, 3570 Kirchhai

DE 29 16 711 A 1

Blutgerinnungsfaktoren und Verfahren zu ihrer Herstellung

Die Erfindung betrifft Präparationen von Blutgerinnungsfaktoren, die in die Blutgerinnung fördernd oder ihr entgegenwirkend eingreifen, das sind Gerinnungs- und Fibrinolyse-Faktoren. Sie betrifft ferner Verfahren zu ihrer Herstellung mit dem bevorzugten Ziel, sie gegen Wärme zu stabilisieren und somit bei deren Anwendung eine Hepatitis-Übertragung praktisch auszuschließen. Sie betrifft insbesondere die Gerinnungsfaktoren II, VIII, XIII und Antithrombin III sowie Plasminogen, deren Herstellungs- und Stabilisierungsverfahren beispielhaft beschrieben werden. Ein besonderes Merkmal der Präparationen ist, daß sie praktisch frei von gerinnbarem Fibrinogen sind.

Die Blutgerinnung ist ein komplexer, in Stufen ablaufender Vorgang, der durch verschiedene physiologische wie pathologische Ursachen ausgelöst wird und dessen Ablauf von etwa 20 fördernden und hemmenden Faktoren abhängt. Durch Verminderung oder Vermehrung dieser Blutgerinnungsfaktoren treten Störungen der Blutgerinnung auf, die sich teilweise als Krankheiten manifestieren.

So führt z.B. eine Erkrankung der Leber mit verminderter Syntheseleistung dieses Organs zu einem Abfall des Plasma-Prothrombin (= Faktor II)-Spiegels, ein Vorgang, der zu spontanen, lebensbedrohenden Blutungen führen kann. Prothrombin-Konzentrate sind hier das Mittel der Wahl für eine sofort wirkende Therapie.

Die Hämophilie A ist durch eine Verminderung des Faktors VIII der Blutgerinnung bedingt und durch Blutungen, besonders in die Gelenke und die Muskulatur, charakterisiert. Es hat sich in den letzten Jahren gezeigt, daß die Prognose der an diese Hämophilie Erkrankten durch substituierende Therapie von Faktor VIII enthaltenden Präparaten wesentlich

25.04.79

2916711

- 2 -

gebessert werden kann.

Der Blutgerinnungsfaktor XIII greift in die letzte Phase der Blutgerinnung in dem Sinne ein, daß monomeres Fibrin 5 polymerisiert wird. Faktor XIII wird deshalb auch häufig fibrinstabilisierender Faktor genannt. Ein bei Faktor XIII-Mangel gebildetes Fibringerinnssel ist relativ leicht wieder abbaubar mit der Folge einer gestörten Wundheilung. Faktor XIII-Präparationen werden deshalb klinisch an Patienten 10 mit einer kongenitalen oder erworbenen Faktor XIII-Mangelerkrankung appliziert.

Das Antithrombin III wirkt inhibierend auf Thrombin und aktivierten Faktor X (F Xa) sowie andere Serinproteasen 15 in der Reihe der Gerinnungsfaktoren. Es kommt ihm deshalb eine große Bedeutung in der Steuerung der Blutgerinnung zu. Bereits relativ geringe Verminderungen des Antithrombingehaltes im Blut führen zu einer beträchtlichen Erhöhung des Thrombose-Risikos.

20

Das Plasminogen ist das zentrale Protein der fibrinolytischen Aktivität des Plasmas. Es ist das Zymogen des Plasmins, einer Protease mit einer hohen Spezifität für Fibrin und Fibrinogen. Nach abgeschlossener Thrombusbildung und Einsetzen der Wundheilung wird in einer lokalen Proteolyse das Fibringerinnssel durch Plasmin abgebaut. Plasminogenmängel, wie sie z.B. unter einer Fibrinolyse-therapie vorübergehend auftreten, können mit Plasminogen-Konzentraten erfolgreich therapiert werden.

25

Es sind verschiedene Verfahren zur Herstellung von humanen Faktor II-, VIII-, XIII- und Antithrombin III- sowie Plasminogen-Konzentraten aus Blut, Blutplasma oder Plazenten bekannt.

30

030045/0214

So kann ein Faktor II-Präparat nach der Methode von Soulier et al.: Thrombosis Diath. Haemorrh. Suppl. 35, 62 (1969) hergestellt werden. Die Herstellung von Faktor VIII-Konzentrat ist beispielsweise nach der sogenannten Methode IV 5 (Johnson, A.J.: Blood 28, 1011 (1966) L) unter Verwendung von Polyäthylenglykol möglich.

Faktor XIII kann beispielsweise nach H. Bohn; Blut 25, 235 (1972) aus humanen Plazenten gewonnen werden. Einem japanischen Patent von Fukushima, R. et al. (No. Sho 51-134878, 10 1976) entsprechend, können Faktor XIII-Konzentrate mit entsprechendem Verlust an Aktivität (ca. 50 %) in Gegenwart von Aminosäuren, Monosacchariden oder Zuckeralkoholen 10 Std. auf 60°C erhitzt werden. Dabei hat jede der drei Komponenten einen Stabilisierungseffekt für den Faktor XIII. 15

Antithrombin III und Plasminogen können nach Verfahren hergestellt werden, wie sie bei H. G. Schwick und N. Heimburger in "Antithrombin, uterine Hämostase, Herz und Blutgerinnung", Verhandlungen der Dt. Arbeitsgemeinschaft für Blutgerinnung, 1971, S. 1-16, bei Andersson, L. K. et al., DE-AS 22 43 688, bzw. bei D. G. Deutsch und E. T. Mertz, Science 170, 1095 (1970) oder bei Heimburger, N., DE-P 20 57 401 beschrieben werden.

25 Allen Präparationen, welche nach den beschriebenen Verfahren hergestellt sind, ist gemeinsam, daß sie nicht frei vom Risiko der Hepatitisübertragung sind. In einem Verfahren der Albuminherstellung, das als Hepatitis sicher gilt 30 (Gellis, S.S. et al.: J. Clin. Invest. 27, 239 (1948)) wird die Erhitzung als wesentlich erachtet. Folglich müßten auch die Konzentrate der Gerinnungsfaktoren in einem Verfahrensschritt mindestens 10 Std. auf 60°C in wässriger Lösung erhitzt werden. Eine solche Behandlung 35 von Faktor XIII ist zwar in obigem japanischen Patent schon beschrieben, doch führt dies zu erheblichen Ausbeuteverlusten. Für alle anderen Präparate sind solche

Stabilisierungsverfahren gegen Erhitzen bisher unbekannt. Insbesondere war man bei Faktor VIII bisher der Ansicht, daß er, als einer der wärme-labilsten Gerinnungsfaktoren, eine Erhitzung ohne Aktivitätsverlust bzw. Denaturierung 5 überhaupt nicht übersteht. Ein weiterer Mangel der bekannten Verfahren, insbesondere bei Faktor VIII, besteht darin, diesen vom begleitenden Fibrinogen abzutrennen. Beide Proteine haben ähnliche physikalisch-chemische Eigenschaften und sind mit Methoden, die im Produktionsmaßstab ange-10 wendet werden können, nicht quantitativ voneinander zu trennen.

Es ist bereits bekannt, daß das für die Instabilität der Blutgerinnungsfaktoren verantwortlich gemachte Prothrombin 15 mit Adsorptionsmitteln oder Fällungsmitteln aus Plasmafraktionen entfernt werden kann. Dies gilt vor allem für die Faktor VIII enthaltende Fraktion. Es ist ebenfalls bekannt, daß der Faktor VIII zusammen mit Fibrinogen durch Glycin präzipitiert werden kann; daß Aminosäuren, insbesondere 20  $\beta$ -Alanin, für eine partielle Abtrennung des Fibrinogens vom Faktor VIII besonders geeignet sind und schließlich, daß unter bestimmten Bedingungen mineralische Adsorbenzien Verunreinigungen, die die Faktor VIII-Präparation begleiten, zu binden vermögen.

25 Alle diese bekannten Einzelmaßnahmen und ihre Kombinationen, konnten aber die Probleme der Instabilität der Blutgerinnungsfaktoren gegen Wärme und ihrer Angreifbarkeit durch Roteasen nicht befriedigend lösen. Auch eine Ergänzung dieser Maßnahmen durch zusätzliche Fällungs- und Fraktionierungsschritte führte zu keinem durchgreifenden Erfolg. Insbesondere stellte sich heraus, daß das als Fällungsmittel 30 verwendete  $\beta$ -Alanin mit hoher Wahrscheinlichkeit für verschiedene Unverträglichkeitsreaktionen verantwortlich 35 zu machen ist. Danach verbietet sich die Anwendung dieses Fällungsmittels bei Präparationen, die für die menschliche Therapie eingesetzt werden.

030045/0214

Von R. H. Wagner et al.; Thromb. Diath. Hämor 11, 64 - 74 (1964) ist bekannt, daß man Faktor VIII mit Hilfe von bestimmten Aminosäuren präzipitieren kann. Danach ist es jedoch nicht möglich, Fibrinogen und Faktor VIII mit Hilfe einer Aminosäurefällung quantitativ voneinander zu trennen. Auch die reinsten Faktor VIII-Konzentrate, die zur Zeit auf dem Markt sind, enthalten noch bedeutende Mengen von Fibrinogen. Das gilt auch für die nach der Methode IV (Johnson, A. J.: Blood 28, 1011 (1966)) unter 5 Verwendung von Polyäthylenglykol hergestellten Konzentrate. 10

Das nachfolgend beschriebene Verfahren basiert auf den erfundungsgemäß gewonnenen Eigenschaften und Erkenntnissen des Faktor VIII, seiner Herstellung und Stabilisierung 15 sowie Erfahrungen mit Faktor II- und XIII-, Antithrombin III- und Plasminogen-Konzentraten.

Überraschenderweise wurde nämlich gefunden, daß die den bisher bekannten Verfahren für die Faktor VIII-Herstellung anhaftenden Mängel durch einfache Modifikationen behoben werden können und es durchaus möglich ist, ein Fibrinogen-freies und Hepatitis-sicheres Faktor VIII-Konzentrat herzustellen. 20

25 Es war weiterhin überraschend, daß die für Faktor VIII gebundene Modifikation auch bei Faktor XIII zu einer Verbesserung der Stabilisierung in wässriger Lösung auch gegenüber dem Verfahren von Fukushima et al. führt, und daß darüber hinaus das Verfahren nicht nur für Faktor VIII und 30 Faktor XIII, sondern auch auf Faktor II, Antithrombin III und Plasminogen angewandt werden kann.

Es wurde schließlich gefunden, daß eine Erhitzung in Gegenwart einer bestimmten Stabilisatorkombination das resultierende Präparat sowohl Hepatitis-sicher macht als auch das gerinnbare Fibrinogen praktisch quantitativ entfernt. Die vorliegende Erfindung kann deshalb sowohl als Verfahren 35

zur Stabilisierung der Gerinnungsfaktoren in wässriger Lösung gegen Wärme als auch als Verfahren zur Herstellung einer fibrinogenfreien und Hepatitis-sicheren Präparation von Gerinnungsfaktoren angesehen werden.

5

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Stabilisierung der Gerinnungsfaktoren II, VIII, XIII und Antithrombin III sowie Plasminogen in wässriger Lösung gegen Wärme, dadurch gekennzeichnet, daß der Lösung sowohl eine 10 Aminosäure und ein Mono-, Oligosaccharid oder Zuckeralkohol zugesetzt wird.

15

Als Folge dieser Stabilisierung ergibt sich, daß die wässrige Lösung der Gerinnungsfaktoren so lange erhitzt werden kann, daß eine Übertragung von Hepatitis-Erregern nach dem Stand des heutigen Wissens praktisch auszuschließen ist. Dies gilt vor allem in Verbindung mit Fällungsverfahren, bei denen der Wirkstoff im Überstand bleibt und die Hepatitisviren zusammen mit dem unlöslichen Niederschlag abgetrennt werden können. Eine Präparation, die 20 etwa 10 Stunden bei ca. 60°C in wässriger Lösung gehalten wurde, gilt heute als praktisch Hepatitis-sicher.

25

In einer bevorzugten Ausführungsform führt der Gegenstand der Erfindung zu einem Verfahren zur Herstellung von Fibrinogen-freien und praktisch Hepatitis-sicheren Präparationen der Gerinnungsfaktoren II, VIII, XIII und Antithrombin III sowie Plasminogen. Es ist dadurch gekennzeichnet, daß eine sie enthaltende Lösung, vorzugsweise eine Plasma- 30 oder Plazenta-Fraktion, mit 1,0 bis 3,0 mol/l mindestens einer der Aminosäuren Glycin,  $\alpha$ - oder  $\beta$ -Alanin, Hydroxyprolin, Prolin, Glutamin,  $\alpha$ -,  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Aminobuttersäure, vorzugsweise aber Glycin und 20 - 60 % w/w, Mono-, Oligosacchariden oder Zuckeralkoholen, vorzugsweise 1,0 - 3,0 35 mol/l Glycin und 20-60 % w/w Saccharose versetzt; auf eine Temperatur zwischen 30°C und 100°C, vorzugsweise 60°C bis 100°C, erhitzt und 1 min bis 48 Std., vorzugsweise etwa

030045/0214

10 Stunden, bei dieser Temperatur gehalten; wobei die kürzeste Zeit der höchsten Temperatur zuzuordnen ist und umgekehrt. Um eine maximale Ausbeute zu erreichen, muß der pH-Wert spezifisch auf die einzelnen in der Lösung vorhandenen Gerinnungsfaktoren abgestimmt werden.

5 Allgemein ist ein pH-Wert in den Grenzen zwischen 6,5 und 8,0 einzuhalten.

10 Abhängig von der Löslichkeit der Aminosäure bzw. des Kohlehydrates kann der Wert von 3,0 mol/l bzw. 60 % w/w zu höheren Konzentrationen erweitert werden, wenn die einzelne Aminosäure bzw. das Kohlehydrat bei der gewünschten Temperatur eine entsprechend höhere Löslichkeit aufweist. Die Temperaturbehandlung kann auch in mehreren

15 aufeinanderfolgenden Schritten durchgeführt werden.

20 Im Hinblick auf die therapeutische Anwendung der Präparate kann die, die Gerinnungsfaktoren enthaltende Lösung mit gängigen biochemischen Verfahren weitergereinigt, ggf. mit Protein-stabilisierenden Substanzen versetzt, steril filtriert und/oder lyophilisiert werden. Für die Konfektionierung verwendet man die für die Herstellung parenteral applizierbarer Präparate übliche Maßnahmen.

25 Mit der bevorzugt verwendeten Kombination von Glycin und Saccharose wird unter folgenden Bedingungen ein von gerinnbarem Fibrinogen freies Präparat erzielt: 1,0 - 2,5 mol/l Glycin und 40 - 60 % w/w Saccharose bei einer Behandlung von 15 bis 120 min bei 35 bis 40°C; danach 5 -

30 15 min bei 50 - 60°C, bei einem pH-Wert von 6,8 - 7,5.

35 Für die Herstellung eines Hepatitis-sicheren Präparates ist die Erhitzung über 10 - 20 Std. auf 60 - 70°C in Gegenwart von Saccharose in einer Konzentration von 40 - 60 % w/w und einer Glycin-Konzentration von 1,0 - 2,5 Mol/l notwendig. Zweckmäßigerweise geht man von Fraktionen aus, in denen der zu stabilisierende Faktor gemäß den zit

ten Verfahren angereichert ist; für Faktor VIII beispielsweise einer solchen, die nach dem als der Methode VI bekannten Verfahren von Cohn (J. Amer. Chem. Soc., 68, 459 ff (1966) erhalten wird. Diese Fraktion wird 5 aus Plasma mit Hilfe von 8 % Äthanol unter den von Cohn angegebenen Bedingungen ausgefällt und enthält neben verschiedenen Globulinen Fibrinogen und Faktor VIII. Gleicherweise ist als Ausgangsmaterial eine Kältefällung des Plasmas, das sogenannte Kryopräzipitat geeignet.

10 Dieses ist erhältlich nach J. G. Pool et al.: New England J. Med. 273, 1443 - 1447 (1965). Zur Gewinnung des Kryopräzipitats wird Frischplasma zunächst auf eine Temperatur -30°C, danach auf +4°C gebracht und der dabei anfallende Rückstand gewonnen. Jede der genannten Fällungen 15 enthält mehr oder weniger Prothrombin, das leicht aktivierbar ist und für den Aktivitätsverlust in Faktor VIII-Präparaten verantwortlich gemacht wird. Daher empfiehlt es sich, das Prothrombin vor Anwendung des Verfahrens gemäß der Erfindung zu entfernen, beispielsweise durch 20 Adsorption an Aluminiumhydroxid oder Bariumsulfat, durch Fällung mit Acridinbasen oder durch Chromatographie an Ionenaustauscherharzen. Bevorzugt wird jedoch Aluminiumhydroxid in Gelsuspension verwendet.

25 Die Kontrollen von Maßnahmen zur Anreicherung und Reinigung von Faktor VIII sind dem Fachmann durch die Kenntnis von Bestimmungsmethoden für die betreffenden Substanzen geläufig. Unter Verwendung dieser Kontrollmethoden können 30 die Verfahrensbedingungen unter dem Gesichtspunkt einer befriedigenden Ausbeute und einer befriedigenden Reinheit des Produktes gelenkt werden.

Sowohl für die Bestimmung des Fibrinogens als auch des Faktors VIII sind in der Literatur mehrere Verfahren beschrieben. Zweckmäßig wird die Bestimmung des Fibrinogens nach 35 folgender Vorschrift durchgeführt:

In einem Zentrifugenröhren werden 1 ml der Fibrinogen enthaltenden Lösung mit 9 ml physiologischer NaCl-Lösung verdünnt und mit 0,6 ml einer Lösung von 60 Einheiten Thrombin/ml zum Gerinnen gebracht. Nach 60-minütigem

5 Stehenlassen bei 37°C wird der Ansatz 30 min bei ca. 150.000 RZB (Relative Zentrifugalbeschleunigung nach DIN) in der Ultrazentrifuge geschleudert. Der Überstand wird dekantiert und das Sediment dreimal mit 50 ml physiologischer NaCl-Lösung auf einer Filternutsche gewaschen. Nach 10 Trocknen des Sediments über Nacht im Vakuum wird über eine Bestimmung des Stickstoffgehaltes nach Kjeldahl auf den Eiweißanteil in mg umgerechnet, der als Fibrinogen angegeben wird. Diese Methode erlaubt auch die Bestimmung von Fibrinogen neben Faktor VIII.

15

Die Bestimmung des Faktors VIII erfolgt beispielsweise nach folgendem Verfahren:

20 1 Teil, z.B. 0,1 ml partielles Thromboplastin, z.B. hergestellt nach der Patentanmeldung P 23 16 430.9-52 (= Ma 160) wird mit einem Teil Faktor VIII-Mangelplasma und einem Teil verdünnten Normalplasma vermischt. Diese Mischung wird 6 min bei 37°C gehalten. Nach Zusatz von einem Teil einer auf 37°C vorgewärmten 0,025 molaren 25 Calciumchlorid-Lösung wird die Zeit bestimmt, die vom Zusatz der Calciumchlorid-Lösung bis zum Auftreten eines Gemisches verstreicht. Zur quantitativen Aussage wird die aus der Faktor VIII enthaltenden Lösung sich ergebende Gerinnungszeit unter Bezugnahme auf eine mit einer Normalplasma-Verdünnungsreihe erzielten Eichkurve abgelesen.

30

1 Internationale Einheit (= 1 IE) Faktor VIII entspricht der Faktor VIII-Aktivität von 1ml Normalplasma.

Für die Weiterreinigung eines durch die Aminosäure-Fällung, vorzugsweise durch eine Glycin-Fällung mit 1 - 3 mol/l bei erhöhten Temperaturen von Fibrinogen befreiten Faktor VIII-Präparates kann nach verschiedenen Methoden verfahren 5 werden, wobei immer die Aktivität des Faktors VIII im Vordergrund steht. Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, die Aminosäuren-enthaltende Lösung der Fibrinogenfreien Faktor VIII-Präparation mit einem Neutralsalz in einer Konzentration zu versetzen, welche Faktor VIII aus 10 der wäßrigen Lösung verdrängt. Vorteilhaft wird die Fällung des Faktor VIII mit Natriumchlorid oder Kaliumchlorid vorgenommen. Das Salz wird zweckmäßig als festes Salz zugegeben. Es kann auch in einer konzentrierten Lösung zugesetzt werden. Bei einer Endkonzentration von 10 - 20 % 15 (w/v) des Salzes wird Faktor VIII präzipitiert. Der Rückstand kann durch Zentrifugation oder Filtration gewonnen werden.

Zum Erzielen eines Hepatitis-sicheren Präparates wird der 20 Rückstand in einer Lösung von 1 - 3 mol/l Glycin und 10 - 60 % w/w Saccharose mindestens 10 Std. auf 60 - 70°C erhitzt. Hierzu können auch Faktor VIII-Präparate eingesetzt werden, die nach einem anderen Verfahren als dem beschriebenen gewonnen wurden (s. Beispiel 2). Eine hochtourige Zentrifugation kann häufig die Qualität der Präparation noch verbessern. Das Produkt ist danach sehr proteinarm. Spezifische Aktivitäten von 20 - 40 Einheiten 25 Faktor VIII pr mg Eiweiß können erreicht werden. Für die Anwendung am Menschen muß die Präparation einer Sterilfiltration 30 unterzogen werden.

Die nach diesem Verfahren erhältliche proteinarme Faktor VIII-Präparation, welche frei von gerinnbarem Fibrinogen und Hepatitis-sicher ist, stellt im besonderen den Gegenstand 35 der Erfindung dar.

Zur Erhöhung der Lagerstabilität ist es zweckmäßig, dem gereinigten Faktor VIII-Konzentrat Protein-stabilisierende Substanzen, beispielsweise Proteine, Aminosäuren oder Kohlenhydrate, zuzusetzen. Schließlich kann das dieser 5 Behandlung unterzogene Präparat in gefriergetrockneter Form zur Verfügung gestellt werden.

Das erfindungsgemäße Produkt ist, in einer für die pharmazeutische Verabreichung geeigneten Lösung, ein Arzneimittel für die Behandlung von Koagulopathien und kann intravenös, vorteilhaft als Infusion, zur Therapie und Prophylaxe von durch Faktor VIII-Mangel bedingten Blutungen, beispielsweise bei Hämophilie-A-Kranken, eingesetzt werden.

15 Zur Gewinnung eines Faktor XIII-Konzentrats kann man von einer Fraktion humaner Plazenten ausgehen, wie sie beispielsweise nach einem Verfahren von Bohn, H. et al. (Deutsche Patentschrift 20 63 069) erhalten wird. Dazu werden gefrorene humane Plazenten mit 0,5 %iger NaCl-Lösung 20 extrahiert und der Faktor XIII aus dem gewebefreien Überstand mit einer Acridin-Base ausgefällt.

Nach Aufschließen des Acridin-Adduktes mit 2,5 %iger NaCl-Lösung wird die Faktor XIII-haltige Lösung mit Cetylpyridiniumchlorid von sauren Begleitproteinen und Lipiden 25 gereinigt und nach erneuter Behandlung mit der Acridin-Base, Aufschluß mit 2,5 % NaCl-Lösung und Konzentrieren durch Fällen mit Ammoniumsulfat und Gelfiltration weitergereinigt. Die Faktor XIII-aktiven Fraktionen werden vereinigt und 30 durch Druckfiltration oder erneute Neutralsalzfällung konzentriert.

Die Aktivität des Faktor XIII wird mit einem Verdünnungstest bestimmt (vgl. Thromb. diathes. haemorrh. 23, 455 35 (1970)). Man macht sich dabei die unterschiedliche Löslichkeit des vernetzten und (mangels fibrinstabilisierenden Faktors) nicht vernetzten Fibrins in 1 %iger Chlores-

sigsäure zunutze. Mit steigenden Verdünnungen der zu bestimmenden Lösung werden zunächst aus Faktor XIII-freiem Fibrinogen mittels Thrombin Fibringerinnsel erzeugt und mit 1 %iger Chloressigsäure inkubiert. Danach wird diejenige Verdünnung, in der das Fibringerinnsel gerade noch erhalten bleibt, bestimmt. Diese ist die Faktor XIII-Konzentration, die zur Vernetzung gerade ausreicht. In der nächsthöheren Verdünnung löst sich das Fibringerinnsel auf.

10 Als Bezugssubstanz dient normales Mischplasma. Die in 1 ml enthaltene Faktor XIII-Aktivität ist als eine Einheit definiert. Die gesuchte fibrinstabilisierende Aktivität errechnet sich aus dem Verhältnis der Grenzwerte für die Verdünnung von Mischplasma und Testlösung.

15 Zur Herstellung eines Hepatitis-sicheren Präparates wird das so charakterisierte XIII-Konzentrat mit Glycin und Saccharose versetzt und erhitzt unter Bedingungen, wie sie auch bei Faktor XIII beschrieben werden. Dabei ist es für die Ausbeute wichtig, den pH-Wert oberhalb von 6,8 zu halten. Unter diesen Bedingungen ist das erfundungsgemäß Verfahren dem von Fukushima et al. Überlegen. Wie die folgende Tabelle zeigt, führt es zu wesentlich höheren Ausbeuten:

20 25

25.04.79

- 13 -

2916711

		Methode nach Fukushima Pat. Sho. 51-134878		Erfindungsgemäße Methode			
	pH-Wert	7,0	8,0	6,3	6,3	7,0	8,0
5	Stabilisatoren						
	Saccharose % w/w	---	---	50	50	50	
	Glycin mol/l	---	2,6	2	2,6	2	2
10	Mannit %	20	---	—	20	—	—
	Akt. vor Erhitzen E/ml	133	100	50	42	83	83
15	Akt. nach Erhitzen 10 Std./60°C E/ml	0	33	17	5	50	50
	Ausbeute	0	33	34	12	60	60
20							

Für die Weiterreinigung des so behandelten Faktor XIII-Konzentrates kann wie beim Faktor VIII beschrieben verfahren werden. Zur Fällung des Faktor XIII mit Neutralsalz hat sich die Verwendung von Ammoniumsulfat in einer Endkonzentration von 10 - 40 % w/v als vorteilhaft erwiesen.

Für die Anwendung am Menschen wird das Produkt einer Sterilfiltration unterworfen. Zur Stabilisierung für die Gefriertrocknung wird die Faktor XIII-haltige Lösung mit Proteinen und Kohlehydraten, vorteilhaft mit Human-Albumin und Glucose versetzt.

Um zu einem Hepatitis-sicheren Faktor II-Konzentrat zu gelangen, geht man von einer Fraktion aus, wie sie beispielsweise nach dem Verfahren von Soulier, J. P. et al.; Thromb. diath. haemorrh. Suppl. 35, 61 (1969) erhalten wird. Dazu adsorbiert man Plasma, das aus einem mit 0,01 mol/l EDTA = Ethylendiamino-tetra-acetat anticoaguliertem Blut gewonnen wurde, mit Tri-Calciumphosphat und zentrifugiert ab. Dabei wird der Faktor II quantitativ an das Adsorbens gebunden und kann durch mehrfaches Eluieren mit 0,2 mol/l Tri-Natriumcitrat wieder gewonnen werden. Die vereinigten Eluate werden durch kombinierte Alkohol- und Essigsäurefällungen bei Temperaturen von -8° bis +4° C weiter gereinigt. Dabei wird der Faktor II gleichzeitig ankonzentriert.

15

Man nimmt das Konzentrat in einem geeigneten Puffer, vorteilhaft Kochsalz/Natriumcitrat auf und bestimmt die Aktivität des Faktors II.

20 Die Aktivitätsbestimmung ist dem Fachmann im allgemeinen bekannt. Sie kann zum Beispiel nach der Methode von Koller, F. et al. (Dtsch. med. Wschr. 81, 516 (1956) erfolgen. Dazu wird ein Teil, z.B. 0,1 ml Faktor II-Mangelplasma und 1 Teil verdünntes Normalplasma vermischt. Diese Mischung wird 30 sec bei +37°C gehalten. Danach setzt man 2 Teile calciumhaltiges Thromboplastin, z.B. hergestellt nach dem deutschen Patent 2 356 493, zu und bestimmt die Zeit die bis zum Auftreten eines Gerinnsels verstreicht. Zur quantitativen Aussage wird die aus der Faktor II enthaltenden Lösung sich ergebende Gerinnungszeit unter Bezugnahme auf eine mit einer Normalplasma-Verdünnungsreihe erzielten Eichkurve abgelesen.

35 Eine Einheit Faktor II entspricht der Faktor II-Aktivität von 1 ml Normalplasma.

Zur Abtötung der Hepatitis-Viren werden der so charakterisierten Faktor II-Lösung Glycin und Saccharose zugesetzt und erhitzt, unter Bedingungen, wie sie bei Faktor VIII beschrieben werden.

5

Für die Weiterreinigung wird die erhitzte Faktor II-Lösung gegebenenfalls zentrifugiert und die aktive Komponente durch Ausfällen mit Neutralsalz oder Alkohol, vorteilhaft 15 - 40 % v/v, bei einem pH-Wert von 5,0 - 6,5 ankonzentriert. Für die Anwendung am Menschen wird das Produkt einer Sterilfiltration unterworfen. Zur Stabilisierung bei der Gefrieretrocknung kann der Zusatz von Antikoagulatien, wie beispielsweise Heparin, vorteilhaft sein.

15 Um ein von infektiösem Virus freies Antithrombin III-Präparat zu erhalten, kann man beispielsweise von einem Verfahren ausgehen, wie es von Andersson, L.K et al. (DE-AS 22 43 688) beschrieben wird. Danach wird Dextransulfat, Heparin oder Chondroitinsulfat, für sich alleine oder in

20 Gegenwart von Agarose bzw. Lysin-Agarose, mit Bromcyan in alkalischem Medium durch Vernetzen unlöslich gemacht. Nach Aquilibrieren eines dieser Materialien in einer Chromatographiesäule mit geeignetem Puffer adsorbiert man damit Citrat-Plasma. Man wäscht das Gel frei von Plasma und eluiert die Antithrombin III-haltige Fraktion mit einem Puffer höherer Molarität. Gegebenenfalls kann die Präparation durch Gelfiltration über ein Molekularsieb weiter gereinigt werden. Nach Ankonzentrierung über eine Neutralsalzfällung, vorzugsweise Ammoniumsulfat, wird die Aktivität des Antithrombin III-Konzentrates bestimmt.

25

30

Dazu sind dem Fachmann sowohl immunologische als auch funktionelle Testmethoden bekannt. Vorzugsweise wird die von Heimburger, N. et al. in: Laboratoriumsblätter 28, 65 (1978) beschriebene Methode verwendet: 2 Teile, z.B. 0,2 ml, Antithrombin III-Reagenz werden mit 2 Teilen verdünntem Normalplasma vermischt und 4 min bei +37°C gehalten.

030045/0214

1 Teil dieses Ansatzes wird dann zu 3 Teilen einer standardisierten Rinderfibrinogenlösung gegeben und die Zeit gemessen, die bis zur Ausbildung eines Gerinnsels vorgeht.

5 Zur quantitativen Aussage wird die aus der Antithrombin III-enthaltenden Lösung sich ergebende Gerinnungszeit unter Bezugnahme auf eine mit einer Normalplasma-Verdünnungsreihe erzielten Eichkurve abgelesen. Eine Einheit Antithrombin III entspricht dessen Aktivität in 1 ml Normal-  
10 plasma.

Zur Abtötung der Hepatitisviren wird das so charakterisierte Antithrombin III-Konzentrat mit Glycin und Saccharose in der für Faktor VIII beschriebenen Weise versetzt.

15 Nach dem Erhitzen kann gegebenenfalls denaturiertes Protein durch Zentrifugation entfernt werden. Das Antithrombin III wird durch Druckdialyse oder Umfällen mit Neutral-  
salz, vorzugsweise mit 50 - 80 % w/v Ammoniumsulfat, konzentriert und weiter gereinigt. Zur Anwendung am Menschen  
20 wird es auf physiologische Salzkonzentration dialysiert, sterilfiltriert und kann zur längeren Lagerung auch lyophilisiert werden.

Ein Hepatitis-sicheres Plasminogen-Präparat kann beispielweise ausgehend von dem Verfahren nach Heimburger, N. (DE-P 20 57 401) hergestellt werden. Dazu wird ein wasserunlösliches Copolymerisat hergestellt, in das eine Aminocarbonsäure mit  $\epsilon$ -ständiger Aminogruppe einpolymerisiert ist.

30 Humanes Plasma wird mit diesem Adsorbens in Kontakt gebracht, wobei das Plasminogen am Adsorbens angereichert wird und durch Elution gewonnen werden kann.

25.04.79

- 17 -

2916711

Die Aktivität dieser Fraktion kann beispielsweise nach der Methode von Jacobi, E. et al. (Med. Welt 26, 1996 (1975)) bestimmt werden. Danach werden 2 Teile, z.B. 0,2 ml Plasminogenreagenz, mit 1 Teil verdünntem Normal-  
5 plasma vermischt. Diese Mischung wird 3 min bei +37°C gehalten. Danach werden 1,5 Internationale Einheiten Thrombin zugesetzt und die Zeit bestimmt, die bis zur Ausbildung eines Gerinnsels vorgeht. Zur quantitativen Aussage wird die aus der Plasminogen enthaltenden Lösung 10 sich ergebende Gerinnungszeit unter Bezugnahme auf eine mit einer Normalplasma-Verdünnungsreihe erzielten Eichkurve abgelesen. Eine Einheit Plasminogen ist definiert als diejenige fibrinolytische Aktivität, die in 1ml Normalplasma enthalten ist. Sie entspricht 5000 Christen-  
15 sen-Einheiten.

Eine solchermaßen charakterisierte Plasminogen-reiche Fraktion wird in einem pH-Bereich von 6,5 bis 8,0 mit Saccharose und Glycin versetzt und erhitzt unter Bedingungen, 20 wie sie bei Faktor VIII beschrieben werden.

Nach Verdünnen der Lösung und gegebenenfalls Abzentrifugieren von entstandenem denaturiertem Protein wird das Plasminogen mit Neutralsalz, vorzugsweise mit Ammonium-  
25 sulfat, ausgefällt und kann nach Dialyse gegen eine isotonische Salzlösung sterilfiltriert und gefriergetrocknet werden.

Die Erfindung soll an den nachstehenden Beispielen näher 30 erläutert werden:

030045/0214

Beispiel 1:

Hepatitis-sicheres Faktor VIII-Konzentrat aus Humanplasma

3,9 l Plasma werden schnell auf -30°C abgekühlt und nach  
5 24 Std. auf +4°C gebracht. Danach wird bei +4°C der Rück-  
stand in einer Zentrifuge bei 2.000 x g (15 min) abge-  
schleudert und gewonnen. Das resultierende Kryopräzipitat  
10 47 g wird in 175 ml einer mit Natriumcitrat gepuffer-  
ten Kochsalzlösung vom pH 7,0 bei 25°C aufgelöst. Man  
erhält eine 2,5 %ige Proteinlösung. Diese Proteinlösung  
15 wird mit 1/10 Volumenteil einer 25 %igen  $\text{Al(OH)}_3$ -Suspen-  
sion (British Drug House, England) versetzt und 20 min  
gerührt. Die Aufschämmung wird 30 min bei 3.000 x g zen-  
trifugiert. Der Niederschlag wird verworfen. Danach ver-  
15 setzt man den Überstand mit festem Glycin bis zu einer  
Endkonzentration von 2,2 mol/l und erwärmt anschließend  
schnell auf 37°C. Nach 30 min bei dieser Temperatur wird  
der Ansatz ebenso schnell auf +5°C abgekühlt. Der dabei  
sich bildende Niederschlag wird in 30 min bei 3.000 x g  
20 abzentrifugiert und verworfen. Danach erwärmt man die  
überstehende Lösung abermals, diesmal auf 56°C, beläßt  
die Lösung 5 min bei dieser Temperatur, kühlt danach auf  
20°C ab. Bei dieser Maßnahme fällt das restliche Fibrino-  
gen zusammen mit Globulinen aus. Es wird bei 3.000 x g  
25 (30 min) abzentrifugiert. Die überstehende Faktor VIII-  
Lösung wird mit festem Kochsalz auf eine Endkonzentration  
von 15 % (w/v) gebracht und ca. 1 Std. bei einer Tempera-  
tur von 20°C belassen; dabei fällt die Faktor VIII-Aktivi-  
tät aus. Sie wird 30 min bei 3.000 x g abzentrifugiert.  
30 Der Rückstand wird in 15 ml einer mit Natriumcitrat gepuf-  
ferten Kochsalzlösung vom pH-Wert 7 aufgelöst.

Nach Zentrifugieren und Klärfiltration wird das Filtrat mit 50 % w/w Saccharose und 2 mol/l Glycin versetzt und die viskose Lösung 10 Stunden auf 60°C erhitzt. Die erhitzte Lösung wird zur Herabsetzung der Viskosität mit dem gleichen Volumen eines Puffers verdünnt, der 2,2 mol/l Glycin, 0,02 mol/l Citrat und 0,06 mol/l NaCl und einen pH-Wert von 6,8 - 7 besitzt. Aus dieser Lösung wird der Faktor VIII mit Kochsalzlösung ausgefällt; dafür wird eine Lösung mit 35 % (w/v) NaCl verwendet, die bei einem pH-Wert von 6,8 - 7 2,2 mol/l Glycin und 0,02 mol/l Citrat enthält. Von dieser gepufferten Kochsalzlösung wird soviel der Faktor VIII-haltigen Lösung zugesetzt, bis eine Endkonzentration von 15 % (w/v) erreicht ist. Der Niederschlag wird bei 3.000 x g abgeschleudert und in 12 ml Citrat-NaCl-Puffer mit 2 % Glycin und 0,5 % Human-Albumin aufgenommen. Von dieser Lösung wird die Faktor VIII-Aktivität bestimmt. Die Lösung enthielt 30 IE/ml - 1 IE entspricht der Aktivität von 1 ml frischem Citratmischplasma gesunder Spender.

20

Beispiele 2:

Erhitzen eines nach dem Verfahren von Johnson et al. (Blood 28, 1011 (1966)) hergestellten Faktor VIII-Präparates zur Inaktivierung von Hepatitisviren

Das Lyophilisat von 4 Abfüllungen Faktor VIII-Konzentrat mit jeweils ca. 250 IE wird bei 37°C in 40 ml einer wässrigen Lösung aufgenommen, die 2,2 mol/l Glycin und 1 g/ml Saccharose enthält. Nach vollständigem Lösen des Inhalts wird die Abfüllung luftdicht verschlossen und im Wasserbad 10 Std. bei 60°C inkubiert.

Die zähflüssige Lösung wird nach Abkühlen bei Raumtemperatur 3 x 3 Std. gegen das 50fache Volumen Citratpuffer 0,02 mol/l, der 0,06 mol/l NaCl und 10 mg/ml Glycin enthält, dialysiert.

Das während des Erhitzens ausgefallene Protein, vorwiegend Fibrinogen, wird abzentrifugiert und die klare Lösung steril filtriert und lyophilisiert. Die Aktivität des Lyophilisats nach Lösen in 20 ml aqua dest. lag bei 5 26 IE/ml. Demgemäß konnte aus 4 Abfüllungen Faktor VIII-Konzentrat mit ca. 250 IE eine Abfüllung mit Hepatitis-sicherem Material von ca. 500 IE hergestellt werden.

Beispiel 3:  
10 Herstellung eines Hepatitis-sicheren Faktor XIII Konzentrates aus Human-Plazenten

15 15 kg gefrorene Plazenten vom Menschen (diese Menge entspricht etwa 24 Plazenten) werden fein zerkleinert und mit 15 Liter einer 0,5 %igen Natriumchloridlösung ver-15 rührt. Das entstandene Gemisch wird auf 10°C erwärmt und zentrifugiert. Aus dem gewebefreien Überstand wird die fibrinstabilisierende Aktivität bei pH 6,0 mittels einer 20 3 %igen Diaminoäthoxyacridinlactat-Lösung bis zu einer Konzentration von 8 % Diaminoäthoxyacridinlactat, bezogen auf Eiweiß, gefällt und durch Zentrifugation isoliert.

25 Das Zentrifugat wird in 9 Liter Wasser bei pH 7,0 suspen-25 diert, gewaschen und wieder zentrifugiert. Der Rückstand wird in 8 Liter einer 2,5 %igen Natriumchloridlösung, die noch 0,125 % Äthylendiamintetraessigsäure (EDTA) enthält und auf pH 7,5 eingestellt wurde, aufgenommen, verrührt und nach 4 Stunden vom Unlöslichen separiert. Der Über-30 stand wird mit Wasser auf 15 Liter aufgefüllt. Diese Lö-30 sung wird mit 0,3 Liter einer 3 %igen N-Cetyl-pyridinium-chlorid-Lösung bei pH 7,0 versetzt. Dadurch werden Begleit-35 proteine und Mucopolysaccharide ausgefällt. Sie werden durch Zentrifugation entfernt. Zu der überstehenden Lösung werden 0,75 Liter einer 3 %igen Diaminoäthoxy-acridinlac-35 tat-Lösung gegeben, wodurch die fibrinstabilisierende Ak-tivität ausgefällt wird. Nach Abheben des Überstandes wird die Diaminoäthoxy-acridinlactat-Fällung mit 1 Liter

einer 5%igen Natriumchloridlösung, die 25 g EDTA enthält und einen pH-Wert von 7,5 besitzt, durch 2stündigem Röhren zerlegt. Das abgeschiedene Diaminoäthoxy-acridin-5-lactat-Chlorid trennt man durch Filtration ab. Aus dem Filtrat wird der fibrinstabilisierende Faktor durch Zugabe von 25 % festem Ammonsulfat unter Röhren langsam ausgefällt.

Bis zu dieser Ammonsulfatfällung muß die Aufarbeitung der 10 Plazenten möglichst rasch und bei Temperaturen zwischen 5 und 10°C erfolgen, um größere Aktivitätsverluste zu vermeiden. Der Niederschlag der Ammonsulfatfällung wird nach 4stündigem Stehen abzentrifugiert.

15. Zur Weiterreinigung werden 8 g der Ammonsulfatpaste mit 0,01 molarer EDTA-Lösung (pH 7,0) zu einem Brei verrührt und bei 4°C gegen einen 0,005molaren Tris(hydroxymethyl) aminomethan-Salzsäure-(Tris-HCl)-Puffer (pH 7,0) dialysiert, der 0,005 Mol EDTA/1 Puffer und 0,05 % Natriumazid enthält. Anschließend stellt man die Lösung auf pH 6,0 ein. Die dabei entstehende Fällung wird abgeschleudert und verworfen. Der Überstand wird auf pH 7,0 eingestellt und mittels Säulenchromatographie an vernetztem Dextran, erhältlich unter dem geschützten Warenzeichen Sephadex (R) 20 gereinigt. Zur Elution dient eine 0,005molare Tris-HCl-Pufferlösung (pH 7,0), die 0,005 Mol EDTA/1 Puffer und 0,1 % Natriumazid enthält. Die aktiven Fraktionen werden nach dem Durchlauf gesammelt, und der fibrinstabilisierende Faktor wird daraus mit Ammonsulfat gefällt, wozu 25 g 25 pro 100 ml Eluat erforderlich sind. Der Niederschlag wird isoliert und in 0,005 molarem Tris -EDTA-Puffer pH 7,0 gelöst.

Nach 20stündiger Dialyse gegen 0,005molaren Tris-EDTA-Puffer pH 7,0 wird der fibrinstabilisierende Faktor durch Einstellen des pH-Wertes auf 5,0 als Euglobulin ausgefällt. Den nach Zentrifugation entstandenen Rückstand löst man

in 2 ml physiologischer Natriumchloridlösung, die 0,01 mol EDTA/l Lösung enthält und mit 0,2 n-Natriumhydroxid-Lösung auf pH 7,0 eingestellt worden war.

- 5 In diese Lösung werden 2 g feste Saccharose eingebracht und nach vollständiger Lösung weiterhin 0,6 g Glycin in fester Form zugesetzt. Der pH-Wert wird auf 7,0 eingestellt. Diese Lösung wird 10 Std. auf 60°C erhitzt. Nach Erhitzen wird mit dem gleichen Volumen dest. Wasser verdünnt und
- 10 der Faktor XIII durch Einröhren von 0,25 g Ammonsulfat pro 1 ml Lösung gefällt. Der Niederschlag wird durch Zentrifugation gewonnen und in 2 ml 0,85 % Kochsalzlösung, die 0,01 mol/l EDTA enthält, aufgenommen.
- 15 Nach Zugabe von 0,1 ml 20%igem Human-Albumin wird die Lösung durch ein bakteriendichtes Filter sterilfiltriert und nacheinander gegen physiologische Natriumchlorid-Lösung und gegen physiologische Natriumchlorid-Lösung mit 0,5 % Glukose dialysiert. Man bestimmt nun die fibrin-20 stabilisierende Aktivität der Lösung im Vergleich mit Humanplasma und verdünnt mit glukosenhaltiger Natriumchlorid-Lösung so weit, daß die Aktivität von 4 ml Lösung der Aktivität von 250 bis 300 ml Mischplasma entspricht. Pro 25 ml Verdünnungslösung setzt man außerdem noch 1 ml
- 25 20%iges Human-Albumin zu. Nach Sterilfiltration wird in Portionen zu 4 ml abgefüllt und lyophilisiert.

Die gesamte aus 15 kg Plazenten gewonnene fibrinstabilisierende Aktivität liefert 12 Abfüllungen mit je 250 ml 30 Plasmaaktivität. Um die gleiche Menge an fibrinvernetzender Aktivität aus Plasma zu isolieren, wären etwa 40 bis 60 Liter Blut notwendig, was etwa 80 bis 120 Blutspenden a 500 ml Blut entspräche.

26.04.70

- 23 -

291671

Beispiel 4:

Herstellung eines Hepatitis-sicheren Prothrombin-Konzentrates aus Humanem EDTA-Plasma

- 5 Ausgehend von 400 Blutspenden zu 500 ml, mit jeweils 50 ml einer Lösung 0,07%ig an EDTA-Natrium und 0,65%ig an Kochsalz antikoaguliert, werden ca. 100 Liter Plasma gewonnen und innerhalb von 2 Tagen wie folgt weiterverarbeitet:
- 10 Das Plasma wird bei 20°C mit 800 g Tri-Calciumphosphat versetzt und 20 min gerührt. Danach trennt man das Adsorbens durch Zentrifugieren ab und versetzt den kompakten Niederschlag mit 5 l Tri-Natriumcitratlösung 0,18 mol/l. Man röhrt 30 min bei 20°C und zentrifugiert erneut. Der
- 15 Überstand (Eluat 1) wird dekantiert und der Rückstand erneut mit 2,5 l Tri-Natriumcitratlösung 30 min bei 20°C gerührt. Man zentrifugiert und dekantiert wieder, vereinigt den Überstand (Eluat 2) mit Eluat 1 und verwirft den Rückstand.
- 20 Zur Abtrennung von feinverteiltem Adsorbens zentrifugiert man die vereinigten Eluate 1 und 2 min bei 2000 x g. Den klaren Überstand (7,3 l) verdünnt man mit gleichem Volumen dest. Wasser und stellt den pH-Wert mit 2 N Essigsäure auf 6,8. Danach setzt man bei -8°C soviel Alkohol zu, daß eine Endkonzentration an Alkohol von 16 % v/v entsteht. Man schleudert den Niederschlag bei 0 - 4°C ab, stellt den Überstand mittels 2 N Eisessig auf pH 5,2 und bringt die Alkoholkonzentration bei -8°C auf 25 % v/v. Der Niederschlag, der hauptsächlich Faktor II enthält, wird in 1,2 l eines Puffers aufgenommen, der aus 9 Teilen 0,5 %iger Kochsalzlösung und 1 Teil 0,1 mol/l Tri-Natriumcitrat besteht. Die Lösung wird auf pH 6,8 eingestellt und mit 1 g pro ml Saccharose und danach 0,15 g
- 30 pro ml Glycin versetzt. Im verschlossenen Gefäß wird diese Mischung 10 Std. bei 60°C erhitzt. Danach wird sie
- 35

030045/0214

mit gleichen Volumen dest. Wasser verdünnt und denaturiertes Protein abzentrifugiert. Der Überstand wird erneut auf pH 5,2 gestellt und bei -8°C mit Alkohol auf eine Endkonzentration von 25 % v/v gebracht. Der Niederschlag

5 wird zentrifugiert; der Überstand verworfen.

Den Niederschlag nimmt man in 200 ml des oben beschriebenen Kochsalz/Citrat-Puffers, pH 6,8 auf und dialysiert über Nacht gegen das 50fache des gleichen Puffers. Nach Zusatz  
10 von 10 USP-Einheiten Heparin pro ml wird die Lösung sterilfiltriert und lyophilisiert. Man erhält 10 Abfüllungen mit je 200 Einheiten Faktor II.

Beispiel 5:

15 Herstellung eines Hepatitis-sicheren Antithrombin III-Konzentrates aus Human-Plasma

Zu einer Lösung von 100 cm<sup>3</sup> Dextransulfat (20 mg/cm<sup>3</sup>)  
20 werden 5 g BrCN zugegeben. Der pH-Wert wird dann mit Hilfe von 5 m NaOH auf 11,0 eingestellt, dieser pH-Wert min lang aufrechterhalten und dann mit 5 m HCl auf pH 8,5 zurückgestellt und das Gemisch unter Rühren über Nacht stehengelassen. Es bildet sich eine weiße, körnige, gel-  
25 artige Paste. Die Paste wird in eine kleine Säule von 5 mm Ø x 8 cm gegeben und mit einem Puffer von pH-Wert 8,5, der 0,02 m TRIS, 0,01 m Citrat und 0,15 m NaCl enthält äquilibriert. 2 cm<sup>3</sup> normales Plasma werden durch die Säule gegeben. Nach dem Durchgang durch die Säule hat das Plasma  
30 seine Koagulationsfähigkeit verloren. Die Säule wird zunächst mit dem Originalpuffer gewaschen und dann durch stufenweise Erhöhung der Salzkonzentration auf 1 m NaCl eluiert. Das Eluat wird mit 80 g Ammoniumsulfat pro 100 ml Lösung versetzt und 2 Std. gerührt. Der Niederschlag wird  
35 zentrifugiert und in 1 ml dest. Wasser aufgenommen. Danach werden 1 g Saccharose und nach deren vollständigem Lösen noch 0,3 g Glycin zugesetzt. Die Antithrombin III-haltige

Lösung wird 10 Std. auf 60°C erhitzt.

Nach Zugabe von 4 ml dest. Wasser und 3 g Ammoniumsulfat wird nach 18 Std. stehen bei 4°C der Antithrombin III-haltige Niederschlag abzentrifugiert und 1 ml phys. NaCl aufgenommen. Nach Dialyse gegen physiol. Kochsalzlösung enthält das Präparat 1,6 Einheiten Antithrombin III pro ml, was einer 80%igen Ausbeute entspricht.

10 Beispiel 6:

Herstellung eines Hepatitis-sicheren Plasminogen-Konzentrates aus Human-Plasma

15 100 mg Copolymerisat aus Propylen und Maleinsäureanhydrid - wie in DE-P. 20 57 401 näher beschrieben - werden in 0,15 mol/l Kaliumphosphatpuffer vom pH-Wert 7,5 in einem Gesamtvolumen vom 5 ml fein suspendiert. Dann setzt man unter Rühren 10 mg Hexamethylendiamin zu, die in 1 ml des 20 oben angegebenen Phosphatpuffers gelöst werden. Anschliessen werden 5 ml einer 2,5%igen Kaliumphosphatgepufferten Lysinlösung vom pH 7,5 dazu pipettiert und der Ansatz 24 Std. lang bei 4°C gerührt. Dann wird das unlösliche Vernetzungsprodukt durch Zentrifugation gewonnen, mit physiologischer Kochsalzlösung Lysin-frei gewaschen, mit destilliertem Wasser gespült und lyophil getrocknet.

30 100 mg des lyophilisierten Vernetzungsproduktes werden nach Ansteigen mit einigen ml Humanplasma in 70 ml Humanplasma suspendiert, der pH-Wert mit verdünnter Salzsäure auf 7,0 eingestellt und der Ansatz 30 min bei 37°C gerührt. Das Adsorbens wird dann in der Zentrifuge abgeschleudert und mit 0,15 m Natriumphosphatpuffer vom pH-Wert 6,4 so lange gewaschen, bis die Waschwasser proteinfrei sind. Die 35 Elution des Plasminogens erfolgt mit 25 ml einer 0,1 mol/l Tris-(hydroxymethyl)-aminomethanlösung vom pH-Wert 10,0, die 0,05 mol/l Lysin enthält. Das Eluat wird mit normaler

Salzsäure neutralisiert und unter Röhren gegen das gleiche Volumen gesättigter Ammonsulfatlösung dialysiert. Die Fällung wird abzentrifugiert, in 2 - 3 ml 0,1 mol/l Dinatriumhydrogenphosphat-Lösung aufgenommen und zweimal 12 Std.

5 gegen jeweils das 100fache Volumen der gleichen Lösung dialysiert.

Das Dialysat wird mit 1 g Saccharose pro ml, danach mit 0,15 g Glycin pro ml Lösung versetzt und 10 Std. bei 60°C gehalten. Die Lösung wird danach mit dem gleichen Volumen an dest. Wasser verdünnt und dann gegen das 20fache Volumen gesättigter Ammoniumsulfatlösung dialysiert. Der Niederschlag wird durch Zentrifugation gewonnen, in 3 ml 0,1 mol/l Dinatriumhydrogenphosphatlösung aufgenommen und gegen 0,1 mol/l Natriumphosphatpuffer, pH 7,5 bis zum Elektrolytausgleich dialysiert.

Als Endprodukt erhält man 3 ml einer 0,31 %igen Plasminogenlösung mit 37 300 Christensen-Einheiten (Chr-E)/ml und 20 12000 Chr-E/mg Protein. Das Ausgangsmaterial besitzt einen Plasminogen-akti-  
täts-  
titer von 4000 Chr-E/ml und 53 Chr-E/mg Protein.

PATENTANSPRÜCHE:

2916711

1. Verfahren zur Stabilisierung der Gerinnungsfaktoren II, VIII, XIII und Antithrombin III sowie Plasminogen in wässriger Lösung gegen Wärme, dadurch gekennzeichnet, daß der Lösung eine Aminosäure und ein Mono-, Oligosaccharid oder Zuckeralkohol zugesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine die Gerinnungsfaktoren II, VIII, XIII, Antithrombin III und/oder Plasminogen enthaltende Lösung mit 1,0 bis 3,0 mol/l mindestens einer der Aminosäuren Glycin,  $\alpha$ - oder  $\beta$ -Alanin, Hydroxyprolin, Prolin, Glutamin,  $\alpha$ -,  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Aminobuttersäure sowie 20 - 60 % w/w eines Oligosaccharids oder Zuckeralkohols versetzt und 1 min bis 48 Stunden auf eine Temperatur zwischen 30 und 100°C erhitzt wird.
3. Praktisch Fibrinogen-freier Gerinnungsfaktor II, hergestellt nach einem Verfahren der Ansprüche 1 und 2.
4. Praktisch Fibrinogen-freier Gerinnungsfaktor VIII, hergestellt nach einem Verfahren der Ansprüche 1 und 2.
5. Praktisch Fibrinogen-freier Gerinnungsfaktor XIII, hergestellt nach einem Verfahren der Ansprüche 1 und 2.
6. Praktisch Fibrinogen-freies Antithrombin III, hergestellt nach einem Verfahren der Ansprüche 1 und 2.
7. Praktisch Fibrinogen-freies Plasminogen, hergestellt nach einem Verfahren der Ansprüche 1 und 2.